RRR
スリーアール工法協会

RRR工法協会だより

Reinforced Railroad/road with Rigid Facing Construction System

No. 27　2010. 02

RRR工法の高度化に関する共同研究の紹介
－ジオシンセティックス補強土一体橋梁の開発－

（財）鉄道総合技術研究所　鹿島建設（株）
鉄建建設（株）　東急建設（株）
（株）複合技術研究所　（株）クラレ

1. はじめに

インテグラル橋梁（桁と橋台が一体化した橋梁）の背面土を補強土構造とし、躯体と一体化させたより高性能なインテグラル橋梁として、ジオシンセティックス補強土（Geosynthetic-reinforced Soil）一体橋梁（以下、「GRS一体橋梁」と呼ぶ）の実用化を目指した共同研究を開始した[1),2),3)]。

上部・下部工を一体化させてラーメン構造としたインテグラル橋梁(一体橋梁)は、その特徴であるラーメン構造による断面形状のスリム化や支承部の省略により、初期建設コストおよび維持管理コストが縮減可能な構造物を構築することができることから欧米では主に道路橋として建設が盛んに行われている[4)]。

しかし、上部工と下部工が一体化されているために、気温の季節変動に起因する繰返し応力を受ける過程において、主に以下の問題点が指摘されている（図1.1参照）。

①気温の変動による橋桁の周期的な伸縮に伴う背面盛土の著しい沈下

②土圧の増加に伴う橋梁の構造的損傷

これらの問題を解決するために、一体橋梁の背面盛土をジオシンセティックスにより補強する「GRS一体橋梁」を提案し、これまでに実施された模型実験等[5),6)]で繰返し荷重に対する高い抵抗性が得られることが検証されたことから、今回、「GRS一体橋梁」の実用化に向けて実物大規模の試験橋梁が構築した[1)]。

本試験橋梁の構築の目的は以下の4つである。

①施工性の確認と問題点の抽出および改善

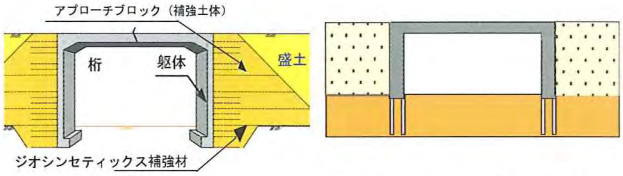
②主に温度の季節変動によるGRS一体橋梁の挙動の把握（長期動態計測）

③温度変化に伴う大変形時（橋長が長い場合）およびL2地震時におけるGRS一体橋梁の挙動の把握

④設計法確立へのフィードバック

①の施工性については、本試験橋梁の施工において確認を行う。②の長期動態計測は平成21年3月から開始しており、3度の夏期温度変動を経験した平成23年秋頃までを予定している。③の大変形時のGRS一体橋梁の挙動の把握は、橋梁構築時に橋桁および背面補強盛土部分に設置した5連のPC鋼棒を利用して、水平交番載荷試験を行う予定である（平成23年秋）。④の設計法は、既に技術として確立しているセメント改良補強土橋台の設計法と従来の橋梁の設計の考え方を組合わせた設計法をイメージしており、本試験橋梁もそのような設計方針により試設計している[3)]。

以下、本稿では「GRS一体橋梁」の開発経緯や実用化に向けて構築された実大規模の試験橋梁の施工と動態観測について概略紹介する[1),2)]。



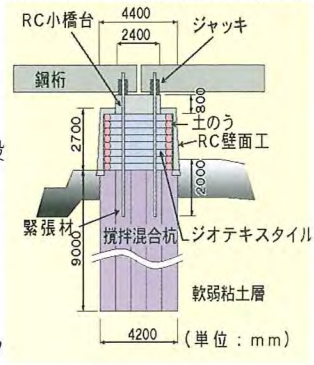
(a)GRS一体橋梁　(b)従来のインテグラル橋梁

図1.1　GRS一体橋梁と従来のインテグラル橋梁の比較

2. 開発経緯

盛土補強土壁（RRR－B）工法の応用として、これまでに、プレローディド・プレストレスト（PL・PS）補強土橋脚、補強土擁壁と小橋台を組み合わせた補強土小橋台およびセメント改良補強土橋台などが提案され、実際にも建設されてきた[7),8)]。

図2.1(a)～(c)にプレローディド・プレストレスト（PL・PS）補強土橋脚、補強土小橋台、およびセメント改良補強土橋台の概要を示す[7)]。



(a) プレローディド・プレストレスト補強土橋脚

地震時における橋台背面の沈下は、その発生の原因から区分すると、「揺すり込み沈下」と橋台の変形に伴って発生する「段差」に分けられる。一般に「揺すり込み沈下」の対策工としては、以下に示す良質材によるアプローチブロックの設置が挙げられる。

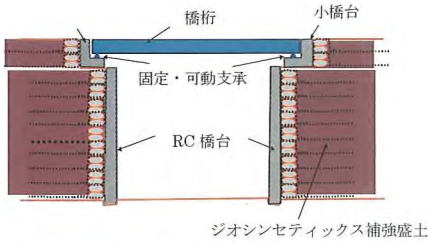
①粒調砕石アプローチブロック

②セメント改良アプローチブロック

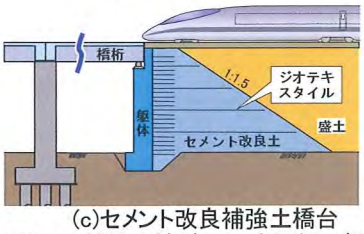
また「段差対策」としては、下記③、④の橋台と背面盛土をジオテキスタイルなどで連結する補強土橋台や補強土擁壁上に小橋台を建設する補強土橋台が有効であると考えられる。

③補強土橋台

④補強土小橋台



(b)補強土小橋台



(c)セメント改良補強土橋台

図2.1　補強土擁壁工の応用例の概要[7]

しかしながら、兵庫県南部地震のような大地震（L2地震動）に対しても十分な耐震性を有するには「揺すり込み沈下対策」と「段差対策」の両方の対策を施す工法が有力であると考えられ、「セメント改良補強土橋台」が開発された。

この「セメント改良補強土橋台」は、整備新幹線において施工実績を有し、（財）鉄道総合技術研究所と鉄道・運輸機構との共同で開発されたものであり、RRR－A工法（A:Abutment）と

呼ばれれている[7]。

RRR－A 工法は、RRR－B 工法の発展型・高度利用工法の一つで、**図 2.1(c)**に示すように、従来の RC 橋台が、桁などの地震時慣性力や背面盛土からの地震時土圧に対して、自重や基礎の地盤反力によって抵抗する、いわゆる『抗土圧構造物』であるのに対して、本橋台は、背面のアプローチブロック部をセメント改良補強土構造とし、ジオテキスタイルを介して橋台躯体と連結する構造である。この構造によって、地震時土圧を橋台に作用させないばかりか、逆にセメント改良補強土体が橋台躯体を支持するところに構造的な特徴がある。

その主な特長を下記に示す[7]。

①ジオテキスタイルで橋台と背面のセメント改良土を連結する構造とすることによって、橋台の安定性が飛躍的に向上し、揺すり込み沈下も激減できる。

②セメント改良土を用い橋台躯体をジオテキスタイル補強材で多層に支持するため、発生断面力が小さくなり、従来橋台と比較して躯体やフーチングがスリムになる。

③背面土をセメント改良土とすることによって、大地震時の際に仮にセメント改良土が損傷した場合でも補強材によって一体性を保持することができる。

④そのため長大橋に対する適用性が向上する。

⑤施工は、セメント改良補強土の部分を先行施工し、その後、橋台躯体コンクリートを打設する手順で構築されるため、背面盛土の施工時に生じる盛土の変形や地盤の沈下に影響されることなく、橋台躯体部の施工が可能となる。

図 2.2 にセメント改良補強土橋台と従来（逆 T 式橋台）工法との比較を、また**写真 2.1** には、セメント改良補強土橋台の施工中および上部工架設後の状況を示す。

以上のように、セメント改良補強土橋台は既に実用化され、多数の工事実績もあるが、従来形式の橋梁と同様に支承があることによる諸問題は未解決のままである。そこで、この問題を解決するために、連続桁・竪壁（壁面工）と壁面工背面に定着したジオシンセティックス補強土を一体化した新形式の「GRS 一体橋梁」が提案された[4), 9)]。

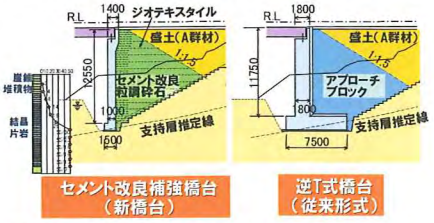


図 2.2 従来(逆 T 式橋台)工法との比較

写真 2.1 現場での適用例(九州新幹線:鉄道・運輸機構)

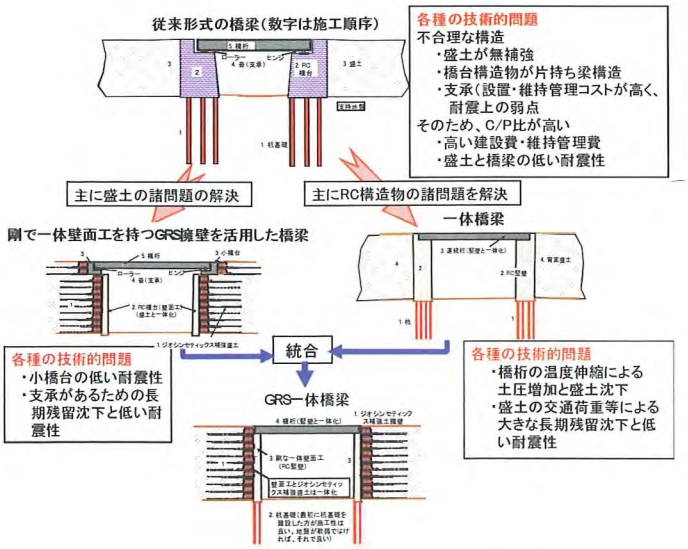


図 2.3 「GRS 一体橋梁」の開発経緯の概略[9)]

盛土・竪壁・橋桁の一体化により支承が省略され建設・維持費が削減される一方、気温の季節変動による橋桁の収縮・膨張による盛土の主働崩壊を防げ残留沈下を大幅に減少することが可能となる。また、壁面工は、ジオテキスタイルによる小支点間距離の多支点支持の連続梁となるため、温度変化による桁の収縮膨張による水平繰返し荷重や地震荷重に対して安定する。以上の開発経緯をまとめると、**図 2.3** の通りである[9)]。

3. 実物大規模の試験橋梁の施工[1), 2)]

3.1 概要

GRS 一体橋梁の実用化に際しては、施工性の検討の他、実物大レベルでの気温の変化に伴う挙動等の把握が必要となる。ここでは、施工性の評価や動態観測を行うことを目的として実施した実物大規模の試験橋梁の構築について述べる。

試験橋梁の一般図を**図 3.1** に示す。試験橋梁は、橋長 14.75m, 壁高 4.65m であり、幅員は単線橋梁を想定し 3.0m とし、既設盛土を撤去した後に試験橋梁を施工した。

このため、支持地盤はプレロードを受けており、アプローチブロックと背面盛土を施工しても、沈下はほとんど生じなかった。

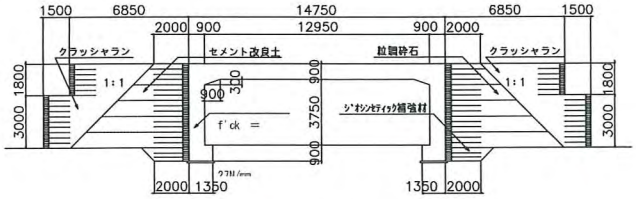


図 3.1 試験橋梁一般図

3.2 施工手順

従来構造の橋台は、橋台躯体を完成させた後に背面盛土を施工する。一方、GRS 一体橋梁は、従来構造の施工とは順番が異なっている。

以下に、GRS 一体橋梁の施工手順を示す。（**図 3.2** 参照）

①まず、基礎部を掘削する。

②アプローチブロック（補強盛土）と背面盛土を施工する。

③盛土と支持地盤の変形が収まってから、フーチングを施工する。フーチングは、コンクリート打設により補強盛土内のジオシンセティック補強材と一体化される。

④フーチング周りを現地盤高まで埋め戻す。

⑤橋台躯体を施工する。躯体はフーチングと同様にジオシンセティック補強材と一体化される。

⑥支保工を組み橋桁を施工する。

この順序で施工することにより、補強盛土と橋台躯体・橋桁が一体化され、不等沈下などの盛土による影響が橋梁に及ばないようにできる。

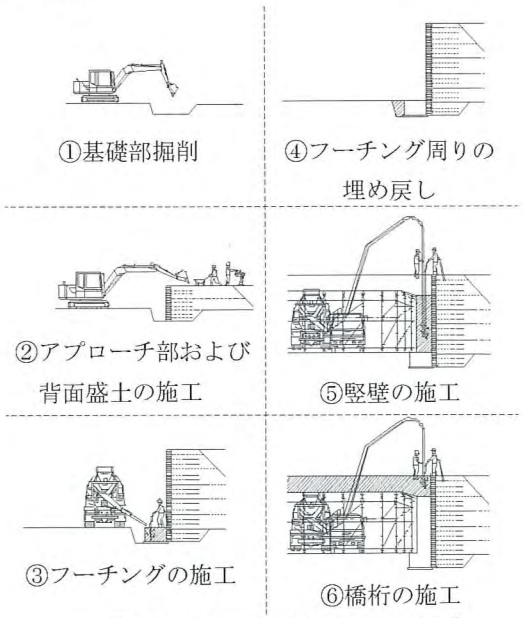


図 3.2 GRS 一体橋梁の施工手順[1)]

3.3 アプローチブロックの施工

アプローチブロックは補強盛土とし、19 層（1 層 30cm）に分けて施工した。1 層ごとに、ジオシンセティック補強材を敷設し、土のうで仮抑えた後、アプローチブロックと背面盛土を所定の撒き出し厚で転圧した。これを施工層数分繰り返して，盛土天端まで施工した。

(1) 補強盛土の仕様

アプローチブロックの盛土材は、盛土材料による橋台背面地盤の支持特性の違いを調査する目的で、一方を粒度調整砕石(M-40)とし、他方をセメント改良礫土とした。

アプローチブロック内のジオシンセティック補強材は、Ta＝60kN/m のものを使用し、高さ方向 30cm ごとに敷設した。アプローチブロック背面の盛土材料はクラッシャラン(C-40)とした。

(2)セメントの混合

1) セメント添加量

セメント改良礫土のセメントは，JIS 高炉セメントＢ種とし、粒調砕石の乾燥質量の４％を添加する。セメント添加量は、補強盛土の施工開始時に、10t ダンプトラックで運搬された砕石の含水比と湿潤質量を測定して 400kg とした。

以降、10t ダンプトラック１台あたり、セメントを 400kg 添加することにした。

2) セメントの混合方法

セメントの混合は、敷鉄板（6m×6m）を敷いた混合ヤードで行った。まず、ダンプトラック１台分の砕石を 30cm 程度の厚さに敷き均した上にセメントを撒く。その後、均一に混合されるように撹拌した。

(3)ジオシンセティック補強材敷設

ジオシンセティック補強材は引張力が作用するものであり、敷設した補強材に極端な凹凸やズレがあると補強材が有効に働くまでの変形量が大きくなり、構造に支障が生じる。このため、たるみやズレが生じないように施工した。

(4)仮抑え

ジオシンセティック補強材は、土のうで仮抑えした。土のうを設計位置に設置すると、盛土材の転圧により土のうが押されてはらみ出すため、躯体の設計断面を侵す可能性がある。土のうをセットバックして配置することになるが、セットバック量が多いと躯体コンクリートのロスが増えることになる。

本施工では、土のうのはらみ出し量を事前に確認してセットバック量を 1cm とし、問題なく施工できた。

3.4 一体橋梁の施工

一体橋梁（インテグラル橋梁）は、上部工と下部工を一体化させラーメン構造とした橋梁である。さらに、GRS 一体橋梁は、背面盛土（補強土）と橋台躯体が一体化される。

そのため、GRS 一体橋梁は、一般的な橋台と比較して躯体幅のスリム化と鉄筋量の減少が可能となった設計となっている。

(1)フーチングの施工

フーチングは、ジオシンセティック補強材と一体化するために、コンクリート打設時には裏型枠を用いずに補強盛土壁面を型枠代わりとしてコンクリートを打設した。

(2)橋台躯体の施工

フーチング周りの埋戻し後、橋台躯体の鉄筋組立用足場となる橋梁支保工の設置を行った。本施工においては、補強材張力や土圧などの計測のために、一般的な RRR 工法で用いられているセパ用鉄筋の設置を行わないため、橋脚前面型枠の押さえができない。このため、両竪壁型枠間をパイプサポートで継ぎ、型枠を押さえる構造とした。

写真 3.1 完成した GRS 一体橋梁

3.5 動態観測

(1)計測概要

温度の季節変動による挙動やL2 地震を想定した橋桁の水平交番載荷試験による挙動を想定して，計測器を選定して適切に配置した（**図 3.3**）。計測項目は、ジオシンセティックス補強材（ひずみ）、フーチング底面の鉛直土圧・橋台躯体背面の水平土圧、橋桁端部と背面盛土の相対変位（鉛直・水平）、橋台躯体の傾斜、温度（橋桁コンクリート、鉄筋、盛土、外気温）、鉄筋の応力である。

(2)計測結果

1) 温度

温度計測は熱電対を用いて、**図 3.3** に示す外気温（粒調砕石盛土天端＋1m）、コンクリート温度（橋桁中央天端－45cm：橋桁高さの中央）盛土温度（粒調砕石盛土天端－50cm）について実施した。**図 3.4** に外気温・橋桁コンクリート温度・盛土温度の経時変化を示す。各温度における日変化のピークから判断して、外気温の影響は盛土においては 6～8 時間、橋桁コンクリートについては 0～12 時間遅れて発現している。また、盛土、橋桁コンクリートの日変動の幅（温度の高低差）は外気温に比べて小さい。

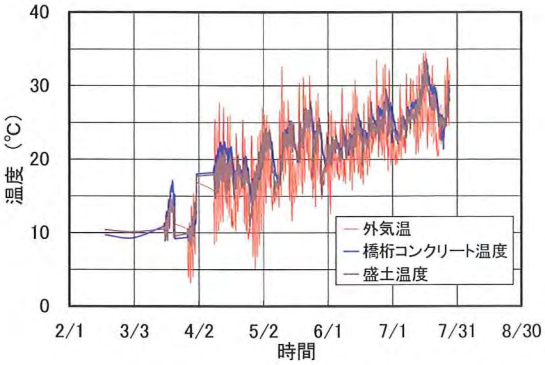


図 3.4 温度の経時変化

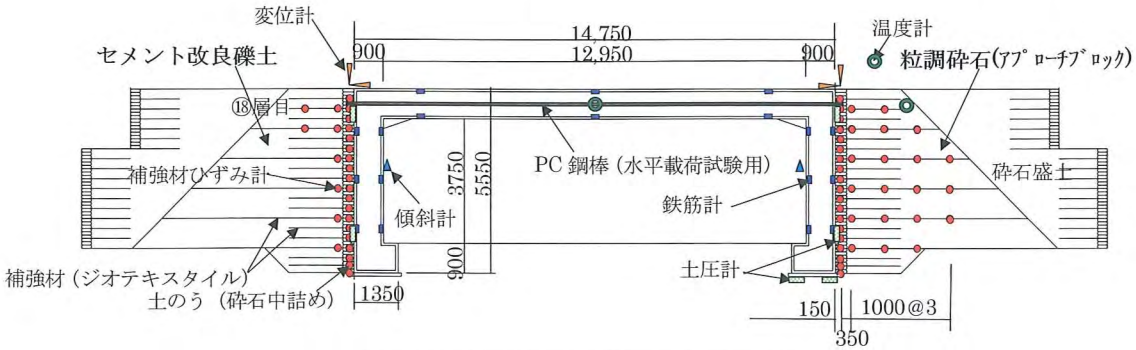


図 3.3 試験橋梁（GRS 一体橋梁）の計測概要

2）補強材力

図 3.5 にセメント改良礫土側の橋桁位置付近の補強材力（増分）の経時変化を示す。橋台躯体背面から 15cm 位置の土のう中央の補強材力（C-18-1）は、セメント改良礫土中の補強材力（C-18-2(躯体背面から 50cm 離れ)、C-18-3(150cm 離れ)）に比べて温度変化の影響が顕著である。

3）橋台躯体の傾斜

傾斜計は橋桁下 1.3ｍの橋台躯体前面に設置した。その傾斜の経時変化を**図 3.6** に示す。

（＋）側は前面への傾斜を（－）側は盛土側への傾斜を示す。粒調砕石側は前面（セメント改良土側）に、セメント改良礫土側は背面盛土側に傾斜する傾向がある。

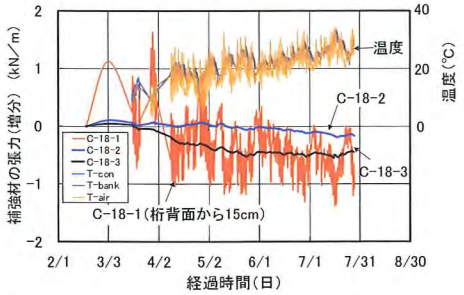


図 3.5 補強材の経時変化（セメント改良礫土）

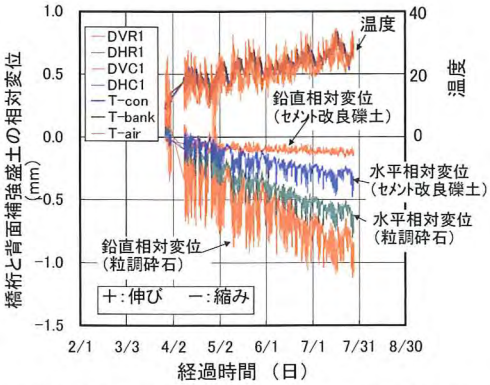


図 3.6 橋桁の水平相対変位と水平土圧増分との関係

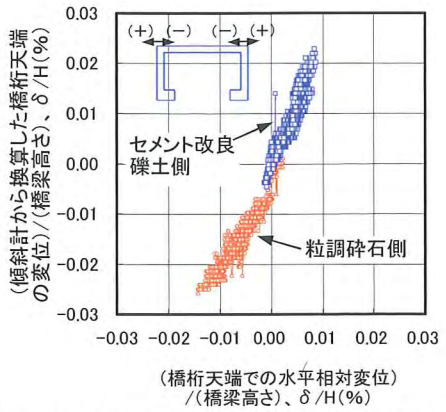


図 3.7 橋桁の水平相対変位と橋台躯体の傾斜との関係

4）構造全体の変形モードの考察

a)橋桁の水平相対変位と躯体の傾斜の関係

橋桁の水平相対変位と躯体の傾斜の関係を**図 3.7** に示す。躯体の傾斜は、フーチング下端を中心として躯体全高にわたり一様に傾斜しているものと仮定した場合の橋桁天端位置での水平変位を全高（5.55m）で除した値（δ/H）である。極性は、躯体前面側への変位を（－）、盛土側への変位を（＋）とした。いずれも強い相関が認められる。

b)橋桁の水平相対変位と躯体上部の水平土圧（増分）の関係

図 3.8 は、橋桁の水平相対変位を全高（5.55m）で除した値（δ/H）と躯体上部の水平土圧（増分）の関係を示したものである。水平土圧（増分）と水平相対変位には強い相関があり、温度の季節変動による変動により土圧も増加していることがわかった。

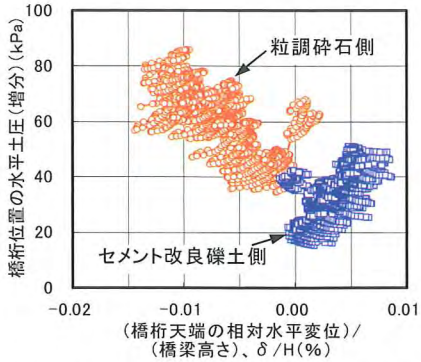


図 3.8 橋桁の水平相対変位と橋桁位置の水平土圧（増分）との関係

4. おわりに

完成後に開始した動態計測では、温度変化による土圧や変位の増加は認められたものの、橋桁長 15m 程度の GRS 一体橋梁では、極めて安定した構造であることが確認された。

今後、約 2 年半の長期動態計測を実施し、温度の季節変動に対する評価、および地震時を模擬した橋桁の水平交番載荷試験を行い、設計法を確立して GRS 一体橋梁の実用化が図られる予定である。

最後に、本共同研究は、東京理科大学龍岡文夫教授のご指導のもとで実施されているものである。末筆ながら感謝の意を表します。また、本報文は、共同研究各社の了承のもと協会事務局がまとめたものである。

【参考文献】

1）永谷 達也，田村 幸彦，飯島 正敏，舘山 勝，小島 謙一，渡辺 健：GRS 一体橋梁（実物大試験）の施工と動態計測，ジオシンセティック論文集，Vol,24（2009）pp.219-226.

2）永谷 達也，野中 隆博，栗栖 基彰，小川 敦久：補強土工法を併用したインテグラル橋梁の試験施工，基礎工，2010.2，pp.77-79

3)白仁田和久，舘山勝，小島謙一，神田政幸，渡辺健治：GRS 一体橋梁の設計法に関する一考察，ジオシンセティック論文集，Vol,24（2009）pp.227-232.

4）龍岡文夫：ジオシンセティックス補強土一体橋梁，橋梁と基礎，pp55-62,2008.1

5）平川大貴，野尻峰広，相澤宏幸，錦織大樹，笹田泰雄，龍岡文夫，渡辺健治，舘山勝：新形式補強土橋梁の耐震性能に対する壁面工と補強材の定着強度の影響，ジオシンセティック論文集，Vol,21（2006）pp.167-174.

6)龍岡文夫，平川大貴，相澤宏幸，錦織大樹，相馬亮一，園田陽介：繰返し水平載荷による盛土の沈下・土圧増加とジオテキスタイル補強による解決，ジオシンセティック論文集，Vol,22（2007）pp.69-76.

7)龍岡文夫監修：新しい補強土擁壁のすべて－盛土から地山まで－，pp.168-208，2005.

8)RRR 工法協会：市街地鉄道工事に用いられた RRR-A 工法によるセメント改良補強土橋台の施工，RRR 工法協会だより No.25.2009.2

9)龍岡文夫，舘山勝，平川大貴，渡辺健治，清田隆：GRS 一体橋梁の特長と開発経緯，ジオシンセティック論文集，Vol,24（2009）pp.205-210.

Q&A

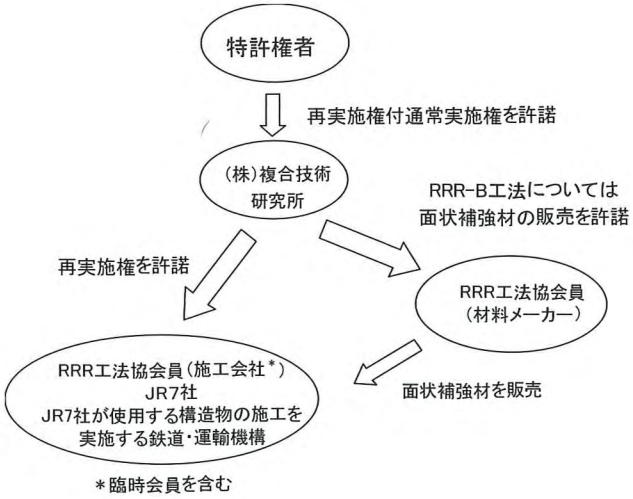
※Q&A の添番号は連載通し番号です。

Q７：RRR 工法の施工は誰でもできる？

A７：RRR 工法には、現在、「**RRR－A** 工法」、「**RRR－B** 工法」、および「**RRR－C** 工法」の３つの工法があるが、それぞれの工法に多くの発明がなされて特許が成立しているんだよ。さらに、「**RRR** 工法」という名称も商標登録されているんだよ。したがって、「**RRR** 工法」は、特許工法で「誰でも施工できる」というわけにはいかないし、勝手に「**RRR** 工法」という名称も使えないんだよ。
以下詳しく説明しよう。・・・（＊に続く）

読者の皆様からの質問をお待ちしております。協会事務局までお寄せください。

＊**図－1**を用いて RRR 工法の代表的な「RRR－B 工法」について説明しよう。



図－1　RRR－B 工法の実施権者の概略説明図

面状補強材（ジオテキスタイル）を用いる「RRR－B 工法」は、本工法に関する発明に関して、RRR 工法協会の事務局がある（株）複合技術研究所と、本工法の特許権者との間で、再実施許諾権付通常実施契約を締結しておるんだよ。ただし、特許権者の１社である（財）鉄道総合技術研究所は、JR7 社もしくは JR7 社が使用する鉄道建設・運輸施設整備支援機構の工事に対しては特許料は辞退しているんだ。

これを受けて、（株）複合技術研究所は、RRR 工法協会に所属する面状補強材の材料メーカーに面状補強材の販売権を許諾しているんだよ。しかし、材料メーカーが、面状補強材を販売できる対象者は、RRR 工法協会に所属する施工会社、もしくは JR7 社および鉄道建設・運輸施設整備支援機構が担当する JR7 社が使用する構造物の工事を担当する建設会社のみとなっているんだ。

ただし、会員以外で「RRR－B 工法」の施工を希望する建設業者に対しては、１工事１契約限りの「臨時会員」として RRR 工法協会に入会すれば施工を認めることにしているんだよ。

したがって、会員以外の施工会社が JR7 社、あるいは鉄道建設・運輸施設整備支援機構が発注する JR7 社が使用する構造物工事以外で「RRR－B 工法」の施工を希望する場合は、「正会員」になるか「臨時会員」にならない限り施工できないことになっているんだ。

その理由として、本工法は、盛土、あるいは切土のり面を鉛直に近い勾配で構築するため、高度な品質と安全が求められることから、工法のメカニズムや設計・施工法を良く認識している業者に限定しているんだよ。所定の工事を工期内に安全に実施し、所要の品質を確保するためには、仕様に適合した材料を用い、決められた施工手順、施工方法を遵守して工事を行う必要があるんだ。

そのため、RRR 工法協会では、本工法の「設計・施工マニュアル」や「材料マニュアル」などを発刊し、これらに準拠して実施するようにしているんだよ。

そのおかげで、1986 年に実施工を開始して以来、20 年以上も過ぎた現在でも事故は全く起こっていないんだよ。

なお、「RRR－A 工法」および「RRR－C 工法」についても同様に、（株）複合技術研究所との間で再実施許諾権付通常実施契約を締結しているが、「RRR－B 工法」とは異なり協会員ならばだれでも実施できるというわけではないので、詳細については協会事務局の方に問い合わせして欲しいんだ。

【会社紹介】

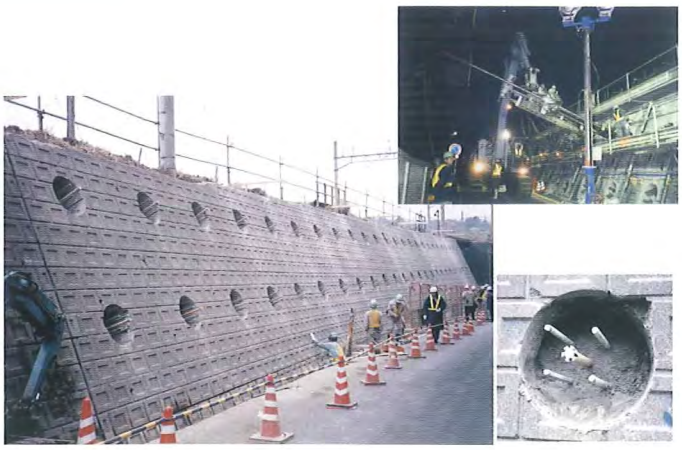
相鉄建設株式会社

当社は、相鉄グループの建設会社として，昭和 42 年の創業以来、相模鉄道沿線を中心に鉄道関連工事、公共工事などの土木工事と福祉施設、商業施設およびマンションなどの建築工事を手掛けてきました。当社は昨年、RRR 工法協会に入会させていただいたのですが、相模鉄道では以前より協会員施工による RRR 工法の実績がありますので、ここではそれらを紹介したいと思います。

・軌道脇の石積擁壁を RRR-C 工法により補強した工事
・盛土軌道の法面を RRR-C 工法により補強した工事：2 例
・盛土軌道を RRR-B 工法により路盤の拡幅をした工事

などです。特に平成 11 年に実施した石積擁壁の補強工事については龍岡先生監修の「新しい補強土擁壁のすべて －盛土から切土まで－」にも報告されていますのでご参照ください。

また最近では、相模鉄道の西谷駅付近における相直事業、「相鉄・JR/相鉄・東急直通線整備」で RRR-B 工法を採用する予定となっていることを付記するとともに、今後も積極的に RRR 工法を工事計画の中で提案させていただきたいと考えておりますので、よろしくお願いいたします。



ラディッシュアンカー工法による相模鉄道かしわ台駅における既設擁壁の耐震補強

（鉄道工事部　山菅　正人）

【事務局便り】

平成 21 年度 RRR 工法技術講習会を開催いたしました。

平成 21 年 11 月 30 日（月）、名古屋市の愛鉄連厚生年金基金会館において、技術講習会を開催しました。今年度も東京理科大学龍岡文夫教授、ならびに（財）鉄道総合技術研究所構造物技術研究部の舘山　勝部長の特別講演に引き続き、RRR 工法・性能照査型設計法についての講演が行われました。鉄道・道路関係者の皆様に多数のご出席をいただきました。総勢 102 名と多数の参加をいただき、盛況のうちに終了いたしました。

内　容	講　師
開会の挨拶	講習会 WG リーダー 川崎 廣貴 氏
特別講演① 「補強土工法による盛土構造物の復権」 －補強土擁壁の原理・現状・展望－	東京理科大学 教授 龍岡 文夫　先生
休　憩	
特別講演② 「補強土工法による耐震対策」	(財)鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部長 舘山　勝 氏
休　憩	
RRR 工法・性能照査型設計に関する基本的な考え方（具体的な設計を行うに際して）	(株) 複合技術研究所 矢崎　澄雄 氏
RRR 工法・性能照査型設計プログラム（Design-RRR）の基本的操作方法（設計事例を基に）	(株) 複合技術研究所 矢崎　澄雄 氏
閉会の挨拶	協会事務局　岡本 正広

講習会会場の状況

平成 22 年度定時総会開催のご案内

下記のとおり開催致します。ご多用とは存じますが、万障お繰り合わせのうえご出席下さるよう御案内申し上げます。

1．開催日時：平成 22 年 6 月 2 日（水）
　　定時総会　　16 時 30 分～17 時 30 分
　　懇親パーティ　　17 時 30 分～19 時まで
2．開催場所：ホテルメトロポリタン　エドモント
　　悠久の間（2F）
　　（東京都千代田区飯田橋 3 丁目 10 番 8 号
　　電話 03 - 3237 - 1111）

【編集委員会名簿】
委員長：宮崎啓一(西松建設㈱)　　幹事：田村幸彦(㈱複合技術研究所)
委　員：田島　直毅(前田建設工業㈱)・小川　敦久(㈱クラレ)・西村　淳(三井化学産資㈱)

【協会事務局】
〒102-0072 東京都千代田区飯田橋４－６－９　ロックフィールドビル６Ｆ　　―㈱複合技術研究所内―
電話 03-5276-5319　FAX 03-5276-5309　ホームページ・アドレス　http://www.RRR－SYS.GR.JP